

УДК 612.311.62

## СЕТЕВЫЕ НАКОПИТЕЛИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

**В. П. Рыбальская**

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия

rybalskya@mail.ru

**Аннотация.** Качество электроснабжения является одним из ключевых компонентов надежности энергосистемы и зависит от множества параметров, поддержание которых в допустимых границах осуществляется с использованием различных устройств. К таким устройствам можно отнести сетевые накопители электроэнергии, которые способны выравнивать неравномерности подачи электроэнергии, выступать в роли бесперебойного источника питания, а также в роли аккумулятора энергии на случай аварийных ситуаций.

**Ключевые слова:** сетевые накопители, электрическая нагрузка, мощность

## GRID ENERGY STORAGE IN POWER SUPPLY SYSTEMS

**V. P. Rybalskya**

Saint Petersburg State University of Architecture  
and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia

rybalskya@mail.ru

**Abstract.** The quality of power supply is one of the key components of the reliability of the power system, and depends on many parameters, which are maintained within acceptable limits using various devices. These devices include grid energy storage devices, which are able to equalize irregularities in the supply of electricity, act as an uninterruptible power supply, and also as an energy accumulator in case of emergencies.

**Keywords:** grid energy storage, electric load, power

**К**ачество электроэнергии — важнейший показатель, оказывающий влияние на надежность работы самих систем энергоснабжения и их оборудования. Под качеством электроэнергии подразумевается степень соответствия параметров нормируемым значениям [1].

Однако, качество электроснабжения может снижаться при возникновении отклонения напряжения, частоты, значения коэффициента несинусоидальной кривой напряжения и (или) значения коэффициентов обратной и нулевой последовательности напряжения.

Снижение качества электроэнергии, в свою очередь, негативно влияет на надежность электроснабжения, работу энергосистемы в целом, работу оборудования системы, работу систем управления, автоматизации и диспетчеризации и т. д.

Важнейшим показателем нормальных режимов энергосистемы является значение уровня напряжения, поддержание которого в заданном диапазоне, обеспечивает качество подаваемой электроэнергии, надежность электроснабжения, а также экономичность работы.

К главным проблемам в электроэнергетических системах относятся:

- 1) рост неравномерности графиков нагрузки;
- 2) увеличение крутизны таких графиков;
- 3) превращение местных аварий в системные из-за сложного внутреннего устройства энергообъединений.

Одновременно с этим переменную часть графиков нагрузки зачастую невозможно покрыть применением агрегатов электростанций в условиях постоянной загрузки генераторов.

Для решения проблемы считается целесообразным применить нетрадиционный способ генерации, аккумулирования и распределения электроэнергии — установить сетевые накопители на участках энергосистемы [2].

К решающим преимуществам сетевых накопителей можно отнести их способность уплотнять графики нагрузки за счет маневренности оборудования. На рис. 1 [3] показана возможность их размещения на любом участке системы.



Рис. 1. Размещение сетевых накопителей в системе

В современной энергетике интеграция распределенных источников электроэнергии осложняется нерегулируемыми режимами работы оборудования, глобальной перестройки распределительных сетей, технического перевооружения. На фоне этого применение сетевых накопителей становится наиболее выигрышным вариантом резервирования мощностей.

Кроме ключевой функции — выравнивания графиков нагрузки, — к функциям сетевых накопителей электроэнергии можно отнести:

- 1) обеспечение пределов мощностей, передаваемых по линиям электропередачи;
- 2) обеспечение пределов динамической мощности, статической устойчивости режимов работы системы;
- 3) поддержание напряжения в выбранных точках энергосистемы;
- 4) регулирование мощностных обменных потоков между энергосистемами.

Накопители энергии имеют несколько режимов работы:

- 1) режим заряда — накопитель заряжается энергией электростанции во время провала графика;
- 2) режим разряда — накопитель выдает аккумулированную им энергию в сеть;
- 3) аварийный режим — ликвидация аварий, возникающих в связи с резкими изменениями нагрузки, отключения генераторов.

Расположение сетевых накопителей выбирается в зависимости от режимов работы. В режиме заряда на участке графика нагрузки заполняется провал. В режиме разряда, наоборот, уменьшается пик нагрузки.

За счет восполнения провалов и уменьшения пиков нагрузки графики суточной, недельной и годовой нагрузки выравниваются во всей системе и в отдельных узлах — в тех местах, где локализуются сетевые накопители.

Стоит отметить, что — несмотря на наличие традиционных способов устранения неравномерности нагрузок, регуляторов напряжения у потребителей для самостоятельного регулирования напряжения — такие способы покрытия пиковых и минимальных нагрузок оказывают негативное влияние на самих потребителей.

Применение сетевых накопителей помогает покрывать пиковые промежуточные и минимальные нагрузки за счет аккумулирования энергии в момент сглаживания нагрузок, превышающих допустимые

значения, а также незамедлительной выдачи для покрытия провалов графиков нагрузок.

В настоящее время на рынке существует несколько видов сетевых накопителей, которые разделены на группы: механические, химические, электрические, тепловые и электрохимические [4]. Наиболее распространенным видом накопителей являются гидроаккумулирующие, которые относятся к группе механических.

Весомым преимуществом сетевых накопителей энергии является востребованность каждого их вида — в зависимости от сферы применения.

За счет своей компактности, маневренности, многообразия вариаций технического исполнения, сетевые накопители являются отличным решением для улучшения качества электроснабжения.

#### **Список источников**

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. 304 с.
2. Анчарова Т. В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. М. : Форум, 2018. 192 с.
3. Сидорович В. Введен в эксплуатацию крупнейший в мире накопитель энергии [Электронный ресурс]. URL: <https://renen.ru/largest-lion-energy-storage-san-diego/> (дата обращения: 01.12.2020).
4. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 [Электронный ресурс] / под ред. А. А. Макарова, Т. А. Митровой, В. А. Кулагина. М. : ИНЭИ РАН ; Моск. шк. упр. СКОЛКОВО, 2019. 210 с. URL: [https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO\\_EneC\\_Forecast\\_2019\\_Rus.pdf](https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Forecast_2019_Rus.pdf) (дата обращения: 01.12.2020).